

DESAIN JEMBATAN BETON BERTULANG ANTARA PULAU BIDADARI DAN PULAU KELOR

Rima Nurcahyanti
NRP : 0421029

Pembimbing : Olga Pattipawaej, Ph.D
Pembimbing Pendamping : Cindrawaty Lesmana, ST., M.Sc.(Eng)

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG

ABSTRAK

Kepulauan Seribu merupakan daerah pariwisata yang indah alamnya. Namun dari tahun ke tahun jumlah wisatawan yang berkunjung menurun, sehingga perekonomian pun menurun. Oleh karena itu, untuk meningkatkan perekonomian di Kepulauan Seribu perlu adanya sarana transportasi yang dapat memudahkan bagi para wisatawan untuk melakukan perjalanan. Pembangunan jembatan antar pulau di Kepulauan Seribu dapat menjadi salah satu alternatif selain terowongan. Tipe jembatan yang direncanakan adalah jembatan beton bertulang dengan bentuk struktur adalah jembatan balok. Pemilihan jembatan beton bertulang karena perawatannya yang lebih mudah. Jembatan ini direncanakan akan menghubungkan Pulau Bidadari dan Pulau Kelor yang berjarak 842 meter. Jembatan ini termasuk jembatan dengan muatan hidup tidak penuh dengan faktor pengali sebesar 70 % karena letaknya di daerah pariwisata, sehingga keadaan lalu lintas padat hanya terjadi pada waktu-waktu tertentu.

Desain jembatan lebih diutamakan kepada pendesainan balok dan kolom jembatan. Pelat yang digunakan adalah pelat HCS Beton Elemindo Perkasa. Panjang jembatan persegmen adalah 15 meter dengan lebar 13 meter. Dari seluruh segmen jembatan yang ada, dua diantaranya adalah kepala jembatan yang terletak pada ujung awal dan ujung akhir jembatan.

Pembebanan yang diperhitungkan terdiri dari beban mati, beban hidup, beban sekunder dan beban khusus berdasarkan SNI 03-1725-1989. Pemodelan dan analisis menggunakan *software* SAP2000 v.11 yang kemudian kekuatan kolom dievaluasi dengan *software* CSiCol. Dimensi balok anak 1 adalah 70 cm x 85 cm, balok anak 2 adalah 70 cm x 90 cm, balok induk 1 dan 2 adalah 120 cm x 150 cm, sedangkan dimensi kolom yang dihasilkan adalah 180 cm dengan toleransi jumlah tulangan yang digunakan adalah sebesar 2%. Hasil evaluasi dengan *software* CSiCol menunjukkan bahwa kolom cukup kuat, hal ini ditunjukkan dengan nilai ϕM_n dan ϕP_n yang berada di dalam kurva diagram interaksi.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	ii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iii
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	iv
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	3
1.4 Sistematika Pembahasan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pengertian Jembatan	9
2.2 Jenis-jenis Jembatan	9

2.3 Penampang Melintang Jembatan	17
2.4 Komponen Struktur Jembatan	19
2.4.1 Bangunan Atas Jembatan	20
2.4.2 Bangunan Bawah Jembatan	21
2.5 Beban yang Bekerja pada Struktur Jembatan	22
2.5.1 Beban Primer	23
2.5.1.1 Beban Mati	23
2.5.1.2 Beban Hidup	23
2.5.1.3 Beban Kejut	27
2.5.2 Beban Sekunder	29
2.5.2.1 Beban Angin	29
2.5.2.2 Gaya Akibat Gempa Bumi	30
2.5.3 Beban Khusus	35
2.5.3.1 Gaya Akibat Aliran Air	35
2.5.3.2 Gaya Angkat	36
2.6 Kombinasi Pembebanan	36
2.7 Perencanaan Tulangan	37
2.8 Lendutan	39
BAB 3 METODOLOGI PERENCANAAN	41
3.1 Penentuan Lokasi	42
3.2 Pemilihan Tipe Jembatan	43
3.3 Perencanaan Dimensi Penampang Melintang Jembatan	44
3.4 Penentuan Dimensi Struktur Jembatan dan Data Struktur yang Digunakan	44

3.4.1 Kolom	45
3.4.2 Balok	45
3.4.3 Pelat	46
3.5 <i>Software</i> yang Digunakan	46
3.6 Penentuan Nilai-nilai Beban yang Bekerja pada Struktur	46
3.6.1 Beban Mati	47
3.6.2 Beban Hidup	47
3.6.2.1 Beban “T”	48
3.6.2.2 Beban “D”	48
3.6.2.3 Beban pada Trotoar, Kerb dan Tiang Sandaran (<i>Railing</i>)	48
3.6.2.4 Beban Kejut	49
3.6.3 Beban Sekunder	49
3.6.3.1 Beban Angin	50
3.6.3.2 Gaya Akibat Gempa Bumi	50
3.7 Beban Khusus	50
BAB 4 STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Asumsi Desain	53
4.2 Pemodelan Struktur dengan <i>Software</i> SAP2000 v.11	53
4.2.1 <i>Input</i> Data Material	53
4.2.2 <i>Input</i> Data Beban dan Kombinasi Pembebanan yang Digunakan	55
4.2.3 Pemodelan Struktur	57
4.2.4 Perhitungan dan Pemodelan Beban-beban yang Digunakan ..	63

4.2.4.1	Pemodelan Beban Mati	63
4.2.4.2	Pemodelan Beban Hidup	65
4.2.4.3	Pemodelan Beban Sekunder	70
4.2.4.4	Pemodelan Beban Khusus	74
4.3	Evaluasi Lendutan	76
4.4	Evaluasi Kekuatan Kolom dengan Menggunakan <i>Software</i> CSiCol	77
4.5	Tulangan Berdasarkan Hasil Analisis <i>Software</i> SAP2000 v.11 .	78
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA		85
LAMPIRAN		87

DAFTAR NOTASI

A_g	=	Luas bruto penampang, mm^2
A_h	=	Tekanan aliran air normal, kg/m^2
A_l	=	Luas total tulangan longitudinal yang memikul puntir, mm^2
A_s	=	Luas tulangan tarik, mm^2
$A_{s, \min}$	=	Luas minimum tulangan lentur, mm^2
A_{st}	=	Luas total tulangan longitudinal (batang tulangan) mm^2
A_t	=	Luas satu kaki sengkang tertutup yang menahan puntir dalam daerah sejarak s , mm
A	=	Luas tulangan geser dalam daerah sejarak s , mm^2
BA1	=	Balok anak 1
BA2	=	Balok anak 2
BI1	=	Balok induk 1
BI2	=	Balok induk 2
b	=	Faktor bahan
b_w	=	Lebar badan penampang, mm
D	=	Beban jalur
DL	=	Dead load
d	=	Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik longitudinal, mm
E	=	Modulus elastisitas kolom, kg/m^2
E_c	=	Modulus elastisitas beton, MPa
E_s	=	Modulus elastisitas tulangan, MPa

f	=	Faktor struktur
f'	=	Kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
f_u	=	Kuat tarik untuk tulangan, MPa
f_y	=	Kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan, MPa
f	=	Kuat leleh tulangan sengkang torsi, MPa
G_h	=	Gaya horizontal ekuivalen akibat gempa yang bekerja pada titik berat struktur, kg
g	=	Percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/det}^2$
h	=	Tinggi kolom, m
I	=	Momen inersia kolom dalam arah yang ditinjau, m^4
K	=	Koefisien kejut
K_h	=	Koefisien gempa horizontal
K_k	=	Kekakuan kombinasi kolom-kolom, kg/m
K_r	=	Koefisien respons gabungan
$K1$	=	Kolom 1
k	=	Koefisien aliran yang tergantung bentuk kolom
L	=	Panjang jembatan dalam meter, ditentukan oleh tipe konstruksi jembatan
M	=	Beban mati struktur, kg
M_n	=	Kuat momen nominal pada penampang, N-mm
M_{pa}	=	Berat bangunan atas ditambah setengah jumlah berat kolom-kolom yang mendukung bangunan atas yang ditinjau, kg
M_u	=	Momen terfaktor pada penampang, KNm
M_{ux}	=	Momen terfaktor pada penampang arah x, KNm

$M_{ux\ top}$	=	Momen terfaktor pada penampang arah x, KNm
M_{uy}	=	Momen terfaktor pada penampang arah y, KNm
$M_{uy\ bot}$	=	Momen terfaktor pada penampang arah y, KNm
n	=	Jumlah lajur per jalur
n_s	=	Jumlah sendi plastis pada bagian struktur yang ditinjau
P	=	Beban garis, ton
$P_{n,maks}$	=	Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan, KN
P_u	=	Kuat beban aksial terfaktor, KN
p	=	Faktor kepentingan
q	=	Beban terbagi merata, ton/m
s	=	Spasi tulangan geser atau puntir dengan arah paralel dengan tulangan longitudinal, mm
T	=	Beban kendaraan, kg/m^2
T_g	=	Waktu getar alami dalam detik pada sistem struktur yang terdiri dari bangunan bawah dan bangunan atas yang didukung
V_a	=	Kecepatan aliran air ditentukan sebesar 3 m/detik
V_c	=	Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton, N
V_n	=	Tegangan geser nominal, MPa
V_s	=	Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, N
V_u	=	Gaya geser terfaktor pada penampang, N
γ_{air}	=	Berat sendiri air, kg/m^3
$\emptyset$	=	Faktor reduksi kekuatan

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Peta Lokasi	3
Gambar 2.1 Jembatan untuk Pipa (<i>Continental Bridge in Alexandria, Minnesota</i>)	9
Gambar 2.2 Jembatan Kayu (<i>Japanese Wood Bridge, Japan</i>)	10
Gambar 2.3 Jembatan Baja (Rumbai Jaya, Riau, Indonesia)	11
Gambar 2.4 Jembatan Beton (<i>Fifth Street, Miami</i>)	12
Gambar 2.5 Jembatan Komposit (<i>Hindmarsh Island Bridge, Adelaide</i>)	12
Gambar 2.6 Jembatan Balok (<i>Beam Bridge at Canary Wharf, Docklands</i>).	13
Gambar 2.7 Jembatan Rangka (<i>The Firth of Forth Rail Bridge, Scotland</i>)	14
Gambar 2.8 Jembatan Busur (Jembatan Pelabuhan Sydney, Australia)	14
Gambar 2.9 Jembatan Gantung (<i>Clifton Bridge in Bristol, England</i>)	15
Gambar 2.10 Jembatan Kabel Penahan (<i>Pasupati Bridge, Indonesia</i>)	16
Gambar 2.11 Jembatan Dapat Berpindah (<i>London Bridge London</i>)	16
Gambar 2.12 Komponen Struktur Jembatan	19
Gambar 2.13 Balok	20
Gambar 2.14 Pelat	20
Gambar 2.15 Kolom Jembatan	21
Gambar 2.16 Kepala Jembatan	22
Gambar 2.17 Ukuran-ukuran dan Kedudukan Beban “T”	24
Gambar 2.18 Beban “D”	25
Gambar 2.19 Penggunaan Beban “D” pada Arah Melintang Jembatan	26

Gambar 2.20	Peta Wilayah Gempa Indonesia	33
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi Perencanaan	42
Gambar 3.2	Seluruh Segmen Jembatan Tampak Tiga Dimensi	44
Gambar 3.3	Kedudukan Muatan Garis (P)	49
Gambar 4.1	Diagram Alir Analisis dan Desain Struktur Jembatan	52
Gambar 4.2	<i>Input</i> Material Beton	54
Gambar 4.3	<i>Input</i> Material Baja Tulangan	55
Gambar 4.4	<i>Input</i> Pendefinisian Jenis-jenis Beban yang Digunakan	56
Gambar 4.5	<i>Input</i> Kombinasi Pembebanan yang Digunakan	57
Gambar 4.6	Dimensi dan Penampang Melintang Balok Induk	61
Gambar 4.7	Dimensi dan Penampang Melintang Balok Anak	62
Gambar 4.8	Dimensi dan Penampang Melintang Kolom	63
Gambar 4.9	Tampilan Beban Mati pada Satu Segmen	64
Gambar 4.10	Pemasukkan dan Pemodelan Beban “T” pada Satu Segmen	66
Gambar 4.11	Tampilan Pemodelan Jumlah Beban Merata “D” dan Beban Hidup Merata Trotoar pada Satu Segmen	67
Gambar 4.12	Tampilan Pemodelan Beban “D’ pada Struktur Jembatan Satu Segmen	68
Gambar 4.13	Tampilan Beban Garis pada Satu Segmen	69
Gambar 4.14	Pemodelan Beban Angin pada Satu Segmen	70
Gambar 4.15	Tampilan Beban Khusus pada Satu Segmen	75
Gambar 4.16	Kurva Diagram Interaksi Kolom	77
Gambar 4.17	Penampang Melintang Kolom	78
Gambar 4.18	Penulangan Kolom	82

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu	18
Tabel 2.2 Nilai Berat Isi untuk Bahan-bahan Bangunan	23
Tabel 2.3 Bentang L untuk Penentuan Koefisien Kejut	28
Tabel 2.4 Faktor Struktur	31
Tabel 2.5 Faktor Kepentingan	31
Tabel 2.6 Faktor Bahan	32
Tabel 2.7 Kondisi Tanah Berdasarkan Kedalaman Sedimen (<i>Alluvium</i>) Terhadap Tanah Keras (<i>Bedrock</i>)	33
Tabel 2.8 Koefisien Respons Gabungan (K_r)	34
Tabel 2.9 Koefisien Aliran (k)	36
Tabel 2.10 Lendutan Ijin Maksimum	39
Tabel 4.1 Tulangan BI1 (120 cm x 150 cm)	81
Tabel 4.2 Nilai-nilai Tulangan BI1 (150 cm x 120 cm) Hasil Analisis <i>Software</i> SAP2000 V.11	82

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Spesifikasi Pelat Beton Elemindo Perkasa	87
LAMPIRAN 2 Perbandingan Lendutan	90
LAMPIRAN 3 Hasil Evaluasi dengan <i>Software</i> CSiCol	93
LAMPIRAN 4 Jumlah Tulangan dan Nilai-nilai Tulangan Hasil Desain dengan Menggunakan <i>Software</i> SAP2000 V.11.	100
LAMPIRAN 5 Gambar Penampang Melintang Jembatan	104
LAMPIRAN 6 Gambar Denah dan Potongan	106